

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Pierre-Louis CHARVET, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: MICRO-DEVICE WITH THERMAL ACTUATOR

REQUEST FOR PRIORITY



ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS  
WASHINGTON, D.C. 20231

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Provisional Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e).
- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
FRANCE	00 17113	December 27, 2000

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak

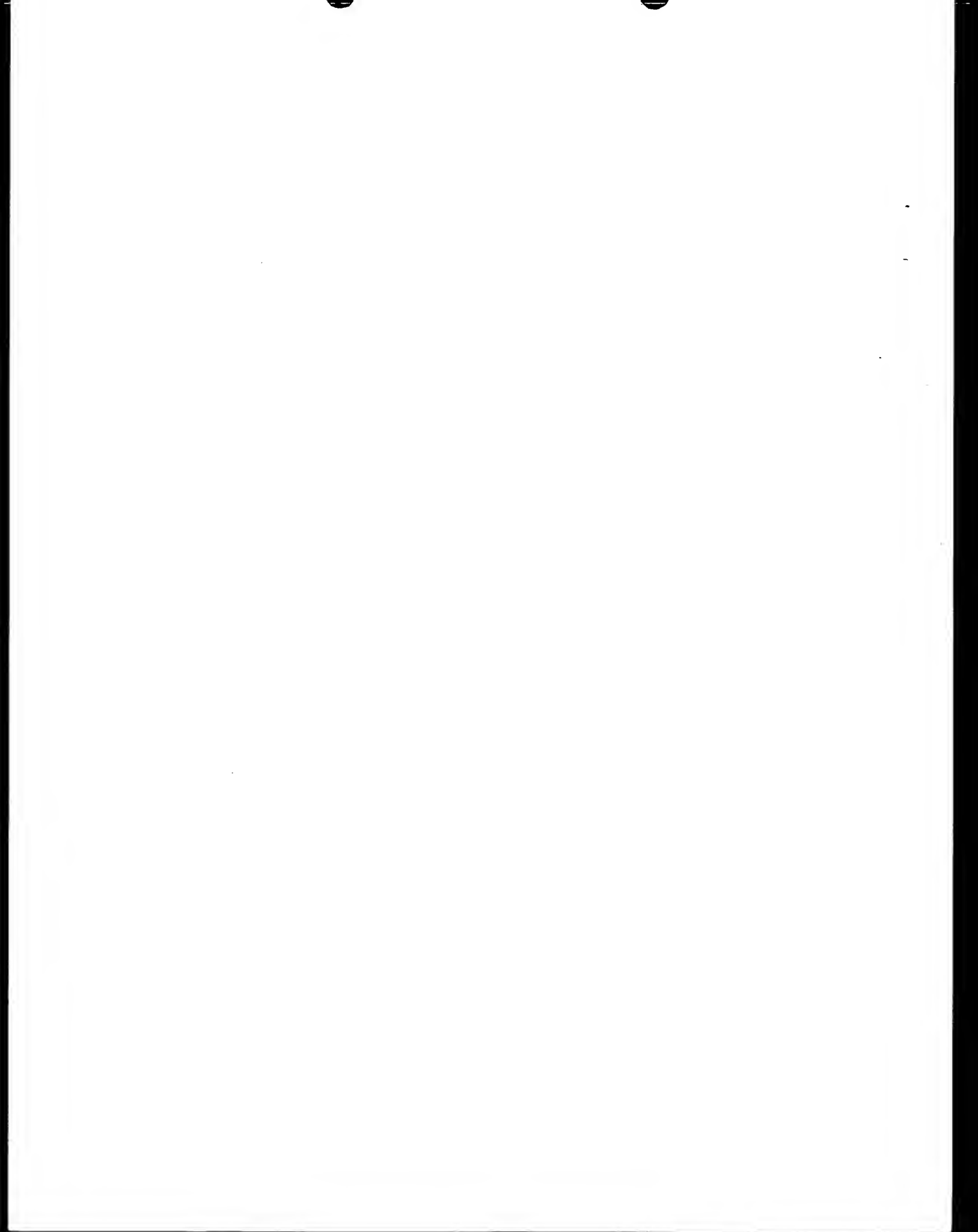
Registration No. 24,913

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124



22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 10/98)





BREVET D'INVENTION

3

# BREVET D'INVENTION

**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**

JC564 U.S. PTO

10/015636



12/17/01

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

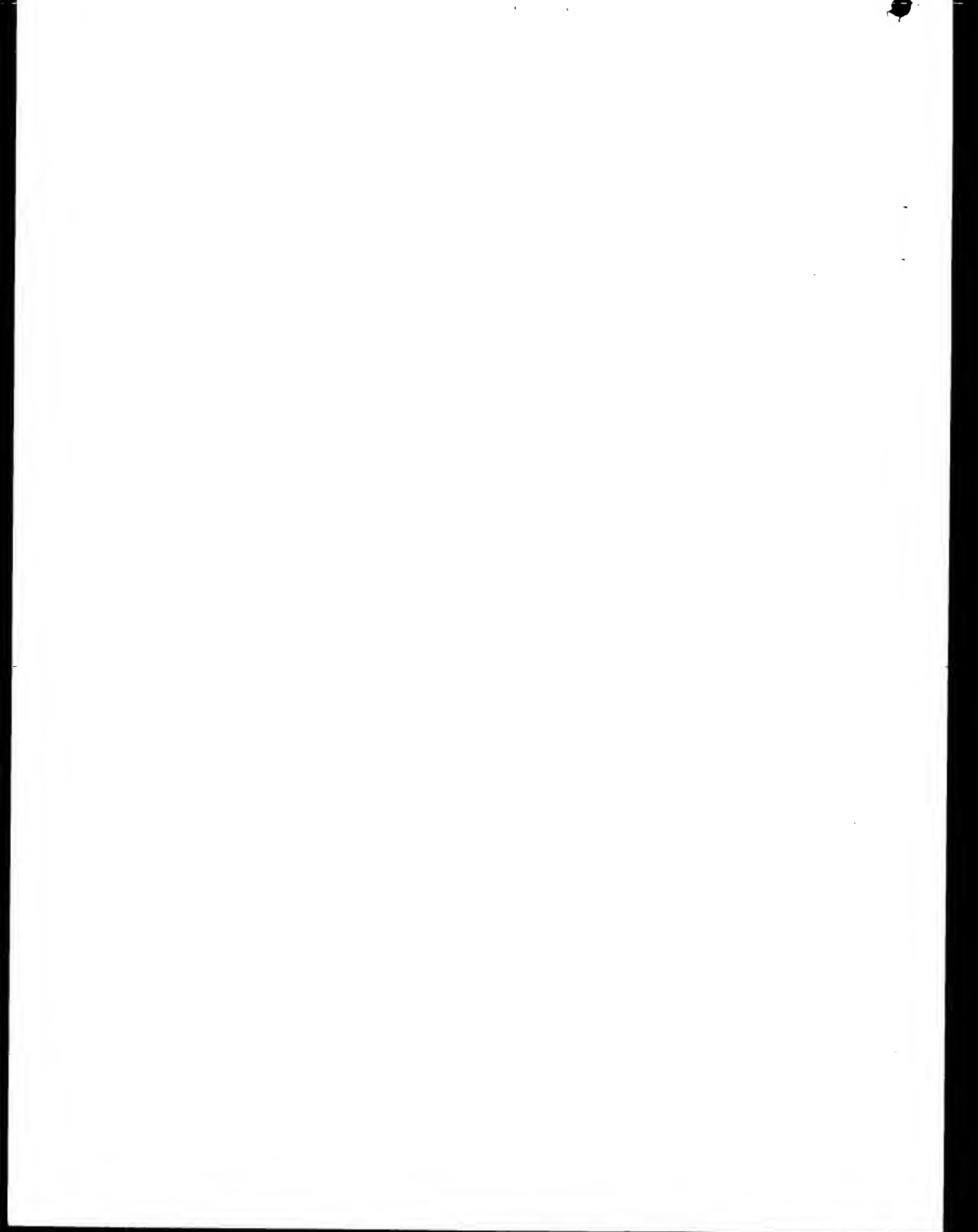
Fait à Paris, le 22 NOV. 2001

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)





INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

cerfa  
N° 11354\*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 260899

<b>27 DEC 2000</b> RESERVE A L'INPI REMISE DES PIÈCES DATE <b>27 DEC 2000</b> LIEU <b>INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>27 DEC. 2000</b> Vos références pour ce dossier (facultatif) <b>B 13714.3 JL DD 2137</b>		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE</b>  <b>BREVATOME</b>  3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS 422-5/S002	
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N°	Date
		N°	Date
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N°	Date
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>  <b>MICRO-DISPOSITIF A ACTIONNEUR THERMIQUE</b>			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° Pays ou organisation Date / / N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement Public de Caractère Scientifique, Technique et Industriel	
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Adresse		31-33, rue de la Fédération	
Rue			
Code postal et ville		75752 PARIS 15ème	
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			

<p><b>27 DEC 2000</b> <small>Remise à l'INPI</small></p> <p>REMISE DES PIÈCES DATE <b>25 INPI PARIS</b></p> <p>LIEU <b>0017113</b></p> <p>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI</p>		<p>DB 540 W / 260899</p>	
<p><b>Vos références pour ce dossier :</b> <i>(facultatif)</i></p>		<p>B 13714.3 JL DD 2137</p>	
<p><b>6 MANDATAIRE</b></p>			
<p>Nom</p>		<p>LEHU</p>	
<p>Prénom</p>		<p>Jean</p>	
<p>Cabinet ou Société</p>		<p>BREVATOME 422-5/S002</p>	
<p>N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel</p>		<p>PG 7068</p>	
<p>Adresse</p>	<p>Rue</p>	<p>3, rue du Docteur Lancereaux</p>	
	<p>Code postal et ville</p>	<p>75008</p>	<p>PARIS</p>
<p>N° de téléphone <i>(facultatif)</i></p>		<p>01 53 83 94 00</p>	
<p>N° de télécopie <i>(facultatif)</i></p>		<p>01 45 63 83 33</p>	
<p>Adresse électronique <i>(facultatif)</i></p>		<p>brevets.patents@spi-brevatome-groupe.fr</p>	
<p><b>7 INVENTEUR (S)</b></p>			
<p>Les inventeurs sont les demandeurs</p>		<p><input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée</p>	
<p><b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b></p>		<p>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</p>	
<p>Établissement immédiat ou établissement différé</p>		<p><input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	
<p>Paieement échelonné de la redevance</p>		<p>Paieement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non</p>	
<p><b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b></p>		<p>Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention <i>(joindre un avis de non-imposition)</i> <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt <i>(joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence):</i></p>	
<p>Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes</p>			
<p><b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)</p> <p>J. LEHU</p>		<p>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</p> <p>GUICHET</p>	

DÉPARTEMENT DES BREVETS


26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1.  
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)		B 13714.3/JL	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		00.17113 du 27.12.2000	
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) MICRO-DISPOSITIF A ACTIONNEUR THERMIQUE.			
LE(S) DEMANDEUR(S) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31/33 rue de la Fédération 75752PARIS 15ème			
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		CHARVET	
Prénoms		Pierre-Louis	
Adresse	Rue	14 Clos St Martin	
	Code postal et ville	38950	SAINT MARTIN LE VINOUX
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		DUFOR	
Prénoms		Michel	
Adresse	Rue	13 rue Pierre Semart	
	Code postal et ville	38000	GRENOBLE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) PARIS LE 8 JANVIER 2001  J. LEHU 422-5 S/002			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

## MICRO-DISPOSITIF A ACTIONNEUR THERMIQUE

### DESCRIPTION

#### 5    **Domaine technique**

La présente invention concerne un micro-dispositif à élément déformable sous l'effet d'un actionneur thermique. Ce micro-dispositif peut  
10 constituer un micro-commutateur particulièrement adapté à la commutation de signaux radiofréquence.

#### **Etat de la technique antérieure**

15 Les micro-commutateurs sont des micro-dispositifs utilisés de plus en plus dans les dispositifs électroniques modernes dont l'une des caractéristiques importantes est leur taille de plus en plus réduite. C'est le cas notamment des téléphones  
20 portables. La conception d'un micro-commutateur pour ce type de matériel se heurte au délicat problème de la puissance disponible embarquée pour pouvoir actionner les micro-commutateurs. La commande des micro-commutateurs actuels doit pouvoir se faire pour des  
25 tensions faibles (3V par exemple) et en des temps très courts.

Le document "Micromechanical relay with electrostatic actuation and metallic contacts" de M.-A. GRETILLAT et al., Transducers'99, June 7-10, 1999,  
30 Sendai, Japon, divulgue un micro-commutateur à commande



électrostatique nécessitant une commande de l'ordre de 20 V.

Le document "Bulk micromachined relay with lateral contact" de Zhihong LI et al., paru dans J. Micromech. Microeng. 10 (2000), pages 329-333, divulgue un relais à commande électrostatique mettant en œuvre des surfaces en regard importantes. Il en résulte un amortissement pneumatique. Le système est amorti et les temps de commutation augmentent. Par ailleurs, la réalisation technique du contact de la ligne active est très difficile et la multitude d'électrodes impliquées favorise des perturbations dans la commande sur le signal radiofréquence véhiculé par la ligne active.

Le document FR-A-2 772 512 divulgue un microsystème, utilisable notamment pour réaliser des micro-rupteurs ou des micro-valves, constitué sur un substrat et servant à obtenir un basculement entre un premier état de fonctionnement et un deuxième état de fonctionnement grâce à un actionneur thermique à effet bilame. L'actionneur comprend un élément déformable rattaché, par des extrémités opposées, au substrat de façon à présenter naturellement une déflexion sans contrainte par rapport à une surface du substrat qui lui est opposée, cette déflexion naturelle déterminant le premier état de fonctionnement, le deuxième état de fonctionnement étant provoqué par l'actionneur thermique qui induit, sous l'effet d'une variation de température, une déformation de l'élément déformable tendant à diminuer sa déflexion et le soumettant à une contrainte de compression qui entraîne son basculement par effet de flambage dans une direction opposée à sa

déflexion naturelle. Ce dispositif nécessite un échange thermique relativement important pour sa commande. Lorsque la résistance de commande est chauffée, la poutre constituant l'élément déformable dissipe une  
5 partie importante de l'apport de chaleur (par rayonnement, conduction). Il faut tenir compte de cette perte d'énergie thermique pour l'énergie à apporter à la commande du bilame. Par ailleurs, le temps de basculement de la structure est relativement long du  
10 fait du temps nécessaire à la conduction thermique et aussi du fait des pertes par rayonnement avec l'environnement qu'il faut compenser durant le chauffage.

#### 15 **Exposé de l'invention**

Pour remédier aux inconvénients cités ci-dessus, il est proposé un micro-dispositif comprenant des moyens conducteurs situés à un premier niveau et  
20 des moyens conducteurs situés à un deuxième niveau, les moyens conducteurs du premier niveau étant portés par un élément déformable pouvant basculer au moyen d'un actionneur à effet bilame, le basculement ayant pour effet de modifier l'écartement entre les moyens  
25 conducteurs du premier niveau et les moyens conducteurs du deuxième niveau, caractérisé en ce que l'actionneur à effet bilame est constitué par des moyens résistifs en contact intime et localisé avec l'élément déformable, les moyens résistifs étant aptes,  
30 lorsqu'ils sont traversés par un courant électrique de commande, à se dilater suffisamment sous l'effet de la

chaleur produite par le passage du courant électrique de commande pour provoquer, par effet bilame, le basculement de l'élément déformable avant que la chaleur produite dans les moyens résistifs ait pu se  
5 propager dans l'élément déformable.

De préférence, l'élément déformable est une poutre ou une membrane.

Des moyens de maintien électrostatique peuvent être prévus pour maintenir l'élément déformable  
10 dans la position qu'il présente après son basculement, lorsque le courant électrique de commande est annulé. Les moyens de maintien électrostatique peuvent comprendre au moins une paire d'électrodes en vis-à-vis, l'une de ces électrodes étant solidaire de  
15 l'élément déformable, l'autre étant située de façon que, lorsque l'élément déformable a basculé, l'écart entre les électrodes en vis-à-vis soit minimal.

Selon une variante de réalisation, les moyens de maintien électrostatique comprennent au moins  
20 une paire d'électrodes en vis-à-vis, l'une de ces électrodes étant solidaire de l'élément déformable, l'autre étant situé de façon que, lorsque l'élément déformable a basculé, les électrodes soient en contact l'une avec l'autre mais séparées par des moyens  
25 d'isolation électrique.

Les moyens résistifs peuvent comprendre au moins une couche déposée sous la forme d'une onde. Ceci permet d'obtenir une meilleure efficacité pour l'actionneur.

De préférence, les moyens résistifs sont en un matériau choisi parmi l'aluminium, le manganèse, le zinc, l'or, le platine, le nickel et l'inconel 600.

Si le micro-dispositif est réalisé par les techniques de la micro-technologie, l'élément déformable peut provenir d'une couche déposée sur un substrat.

Selon un premier mode de mise en œuvre, les moyens conducteurs situés au deuxième niveau comprennent un premier contact de ligne et un deuxième contact de ligne, le basculement de l'élément déformable ayant pour effet d'annuler l'écartement entre les moyens conducteurs du premier niveau et les moyens conducteurs du deuxième niveau, les moyens conducteurs du premier niveau assurant ainsi une liaison électrique entre le premier contact et le deuxième contact, le micro-dispositif constituant ainsi un micro-commutateur. Avantageusement, les moyens conducteurs portés par l'élément déformable sont constitués par un plot conducteur.

Selon un deuxième mode de mise en œuvre, les moyens conducteurs du premier niveau et les moyens conducteurs du deuxième niveau constituent respectivement une première électrode et une deuxième électrode de condensateur, ce condensateur présentant une première valeur de capacité avant le basculement de l'élément déformable et une deuxième valeur de capacité après le basculement de l'élément déformable.

Selon une variante de réalisation, une couche isolante de constante diélectrique élevée sépare la première électrode et la deuxième électrode du

condensateur. Cette couche isolante, d'épaisseur inférieure à 0,1  $\mu\text{m}$  par exemple, peut être située sur l'une des deux électrodes ou sur les deux.

## 5 Brève description des dessins

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre  
10 d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique et en perspective d'un micro-commutateur selon l'invention,

- les figures 2 et 3 sont des vues,  
15 respectivement en coupe longitudinale et transversale, du micro-commutateur représenté en perspective sur la figure 1,

- la figure 4 est une vue du micro-commutateur correspondant à la figure 2 mais dans le  
20 cas où l'actionneur thermique a été activé,

- la figure 5 est une vue de détail du micro-commutateur représenté aux figures 1 à 4 et montrant un mode de réalisation de l'actionneur thermique,

- 25 - la figure 6 est une vue de dessus d'un élément résistif préférentiel utilisable pour le micro-commutateur selon l'invention.

30

## Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

La figure 1 (vue en perspective) et les  
5 figures 2 et 3 (vues en coupe) illustrent un micro-commutateur selon la présente invention.

Ce micro-commutateur est réalisé sur un substrat 1 par exemple en silicium, en silice, en verre ou en quartz. Le substrat 1 supporte un premier tronçon  
10 de ligne 2 terminé par un contact 4 et un deuxième tronçon de ligne 3 terminé par un contact 5. Les contacts 4 et 5 sont simplement séparés par un faible intervalle.

Le substrat 1 supporte une ou plusieurs  
15 couches, en matériau isolant électrique, désignées sous la référence unique 10 et à partir de laquelle a été réalisé un élément déformable sous forme de poutre 11 (par exemple en nitrure de silicium ou en oxyde de silicium) pouvant se déformer dans une cavité 12 de la  
20 couche 10 révélant le substrat 1 et les contacts 4 et 5. La poutre 11 est pourvue, côté cavité 12, d'un plot conducteur 13 apte à assurer une liaison électrique entre les contacts 4 et 5 lorsque la poutre 11 fléchit dans la cavité 12. Ce micro-commutateur peut être  
25 réalisé par le procédé divulgué dans le document FR-A-2 772 512 cité plus haut.

La poutre (ou la membrane le cas échéant) peut être formée par un empilement de couches de coefficient de dilatation différents.

30 La poutre 11 supporte deux éléments résistifs 14 et 15 situés vers les extrémités de la

poutre. Ces éléments résistifs peuvent être des dépôts d'un matériau conducteur par exemple de l'aluminium, du manganèse, du zinc, de l'or, du platine, du nickel ou de l'inconel 600. Ils sont reliés à des sources de  
 5 courant par des lignes de connexion non représentées.

La figure 2 montre des électrodes de maintien électrostatique disposées par paires et en vis-à-vis : la paire d'électrodes 16 et 17 d'une part et la paire d'électrodes 18 et 19 d'autre part. Les  
 10 électrodes 16 et 18 sont supportées par la poutre 11. Elles peuvent aussi être incluses dans la poutre. Les électrodes 17 et 19 sont disposées au fond de la cavité 12, sur le substrat 1. Des lignes de connexion non représentées permettent de relier ces électrodes à des  
 15 sources de tension appropriées.

Les figures 2 et 3 montrent le micro-commutateur au repos, l'actionneur n'étant pas activé. Le plot conducteur 13 n'assure pas la liaison électrique entre les contacts 4 et 5.

Lorsque l'actionneur est activé par passage  
 20 d'un courant électrique dans les éléments résistifs 14 et 15, l'apport de chaleur qui en résulte provoque, par effet bilame, le fléchissement de la poutre vers le fond de la cavité 12. Le plot conducteur 13 vient  
 25 appuyer sur les contacts 4 et 5 et assure la liaison électrique entre les tronçons de ligne 2 et 3. C'est ce que montre la figure 4.

Les électrodes 16 et 17 d'une part et 18 et 19 d'autre part, qui sont alors à leur écartement  
 30 minimal ou en contact mais séparées par une couche isolante de faible épaisseur, assurent par

l'application de tensions appropriées le maintien électrostatique de la poutre fléchie lorsque le courant électrique a cessé de passer dans les éléments résistifs 14 et 15. Les tensions de maintien  
5 électrostatique peuvent être appliquées aux électrodes 16, 17 et 18, 19 lorsque l'actionneur thermique a déjà causé le fléchissement de la poutre. Elles peuvent aussi être appliquées avant le fléchissement de la poutre de manière à accélérer ce fléchissement.

10 Pour ouvrir le micro-commutateur, il suffit d'annuler les tensions de maintien électrostatique. La poutre revient alors à sa position de repos et ceci d'autant plus rapidement que les parties chauffées par les éléments résistifs ont eu le temps de se refroidir.

15 Pour que le fléchissement de la poutre se fasse le plus rapidement possible, de même que le retour à sa position de repos, il faut que l'actionneur thermique ait un comportement de type quasi-adiabatique. Pour cela, l'effet bilame concernant la  
20 poutre et l'élément résistif n'intervient que sur une partie de la poutre, mais ceci est suffisant pour provoquer son basculement.

Le temps de montée en température des éléments 14 et 15 doit être très court pour une  
25 application à la commutation de signaux radiofréquence, en règle générale inférieur à 10  $\mu$ s. Ils doivent donc être constitués d'un matériau qui chauffe très rapidement. Il faut considérer le module d'Young et le coefficient de dilatation thermique. Parallèlement, il  
30 faut déterminer ses caractéristiques géométriques.



En pratique, on choisit un matériau qui est susceptible de convenir. L'évolution de la flèche de la poutre en fonction d'une température appliquée est examinée. Cette évolution a sensiblement la forme d'une  
5 sinusoïde. La température qui permet d'obtenir un contact dans le cas d'un commutateur (ou la capacité désirée dans le cas d'un condensateur variable) est déterminée. Après cela, on détermine les deux points  
10 d'inflexion de la sinusoïde. La longueur particulièrement intéressante à donner à l'élément résistif est celle déterminée à partir de la distance entre le point d'encastrement de la poutre et le point d'inflexion.

Le comportement mécanique de la poutre est  
15 étudié pour déterminer son épaisseur la mieux adaptée puis sa géométrie la plus favorable. La température de basculement est alors déterminée.

La commande de fléchissement consiste à chauffer uniquement les éléments résistifs sans  
20 chauffer la poutre adjacente ou l'environnement des éléments résistifs. Pour le retour à la position non fléchie, les éléments résistifs doivent en principe revenir à la température ambiante avant que le maintien électrostatique ne soit relâché.

25 La figure 5 montre un mode de réalisation de l'actionneur thermique. C'est une vue de détail de l'une des extrémités de la poutre 11. Lorsqu'un courant électrique d'activation de l'actionneur traverse l'élément résistif 15, la chaleur qui en résulte dilate  
30 l'élément résistif et permet de faire fléchir la poutre.

La figure 6 est une vue de dessus d'un élément résistif 25 utilisable par la présente invention. Cette vue montre que l'élément résistif 25 possède la forme d'une onde. Elle a l'avantage de  
5 procurer une meilleure efficacité à l'actionneur thermique.

Le micro-commutateur selon l'invention fonctionne pour une tension disponible de 3 V. Pour utiliser au mieux cette valeur de tension, il est  
10 préférable de disposer de deux éléments résistifs alimentés en série.

## REVENDICATIONS

1. Micro-dispositif comprenant des moyens conducteurs (13) situés à un premier niveau et des  
5 moyens conducteurs (4, 5) situés à un deuxième niveau, les moyens conducteurs (13) du premier niveau étant portés par un élément déformable (11) pouvant basculer au moyen d'un actionneur à effet bilame, le basculement ayant pour effet de modifier l'écartement entre les  
10 moyens conducteurs (13) du premier niveau et les moyens conducteurs (4, 5) du deuxième niveau, caractérisé en ce que l'actionneur à effet bilame est constitué par des moyens résistifs (14, 15) en contact intime et localisé avec l'élément déformable (11), les moyens  
15 résistifs (14, 15) étant aptes, lorsqu'ils sont traversés par un courant électrique de commande, à se dilater suffisamment sous l'effet de la chaleur produite par le passage du courant électrique de commande pour provoquer, par effet bilame, le  
20 basculement de l'élément déformable (11) avant que la chaleur produite dans les moyens résistifs (14, 15) ait pu se propager dans l'élément déformable (11).

2. Micro-dispositif selon la revendication  
25 1, caractérisé en ce que l'élément déformable est une poutre (11) ou une membrane.

3. Micro-dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que des moyens  
30 de maintien électrostatique sont prévus pour maintenir l'élément déformable (11) dans la position qu'il

présente après son basculement, lorsque le courant électrique de commande est annulé.

4. Micro-dispositif selon la revendication  
5 3, caractérisé en ce que les moyens de maintien  
électrostatique comprennent au moins une paire  
d'électrodes (16, 17 ; 18, 19) en vis-à-vis, l'une de  
ces électrodes étant solidaire de l'élément déformable  
(11), l'autre étant située de façon que, lorsque  
10 l'élément déformable a basculé, l'écart entre les  
électrodes en vis-à-vis soit minimal.

5. Micro-dispositif selon la revendication  
3, caractérisé en ce que les moyens de maintien  
15 électrostatique comprennent au moins une paire  
d'électrodes en vis-à-vis, l'une de ces électrodes  
étant solidaire de l'élément déformable, l'autre étant  
situé de façon que, lorsque l'élément déformable a  
basculé, les électrodes soient en contact l'une avec  
20 l'autre mais séparées par des moyens d'isolation  
électrique.

6. Micro-dispositif selon l'une quelconque  
des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les  
25 moyens résistifs (25) comprennent au moins une couche  
déposée sous la forme d'une onde.

7. Micro-dispositif selon l'une quelconque  
des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les  
30 moyens résistifs (14, 15) sont en un matériau choisi

parmi l'aluminium, le manganèse, le zinc, l'or, le platine, le nickel et l'inconel 600.

8. Micro-dispositif selon l'une quelconque  
5 des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que, le micro-dispositif étant réalisé par les techniques de la micro-technologie, l'élément déformable (11) provient d'une couche (10) déposée sur un substrat (1).

9. Micro-dispositif selon l'une quelconque  
10 des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les moyens conducteurs situés au deuxième niveau comprennent un premier contact de ligne (4) et un deuxième contact de ligne (5), le basculement de l'élément déformable ayant pour effet d'annuler  
15 l'écartement entre les moyens conducteurs (13) du premier niveau et les moyens conducteurs du deuxième niveau, les moyens conducteurs du premier niveau assurant ainsi une liaison électrique entre le premier contact (4) et le deuxième contact (5), le micro-  
20 dispositif constituant ainsi un micro-commutateur.

10. Micro-dispositif selon la revendication  
9, caractérisé en ce que les moyens conducteurs portés  
par l'élément déformable sont constitués par un plot  
25 conducteur (13).

11. Micro-dispositif selon l'une quelconque  
des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les  
moyens conducteurs du premier niveau et les moyens  
30 conducteurs du deuxième niveau constituent respectivement une première électrode et une deuxième

électrode de condensateur, ce condensateur présentant une première valeur de capacité avant le basculement de l'élément déformable et une deuxième valeur de capacité après le basculement de l'élément déformable.

5

**12.** Micro-dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'une couche isolante de constante diélectrique élevée sépare la première électrode et la deuxième électrode du condensateur.

10

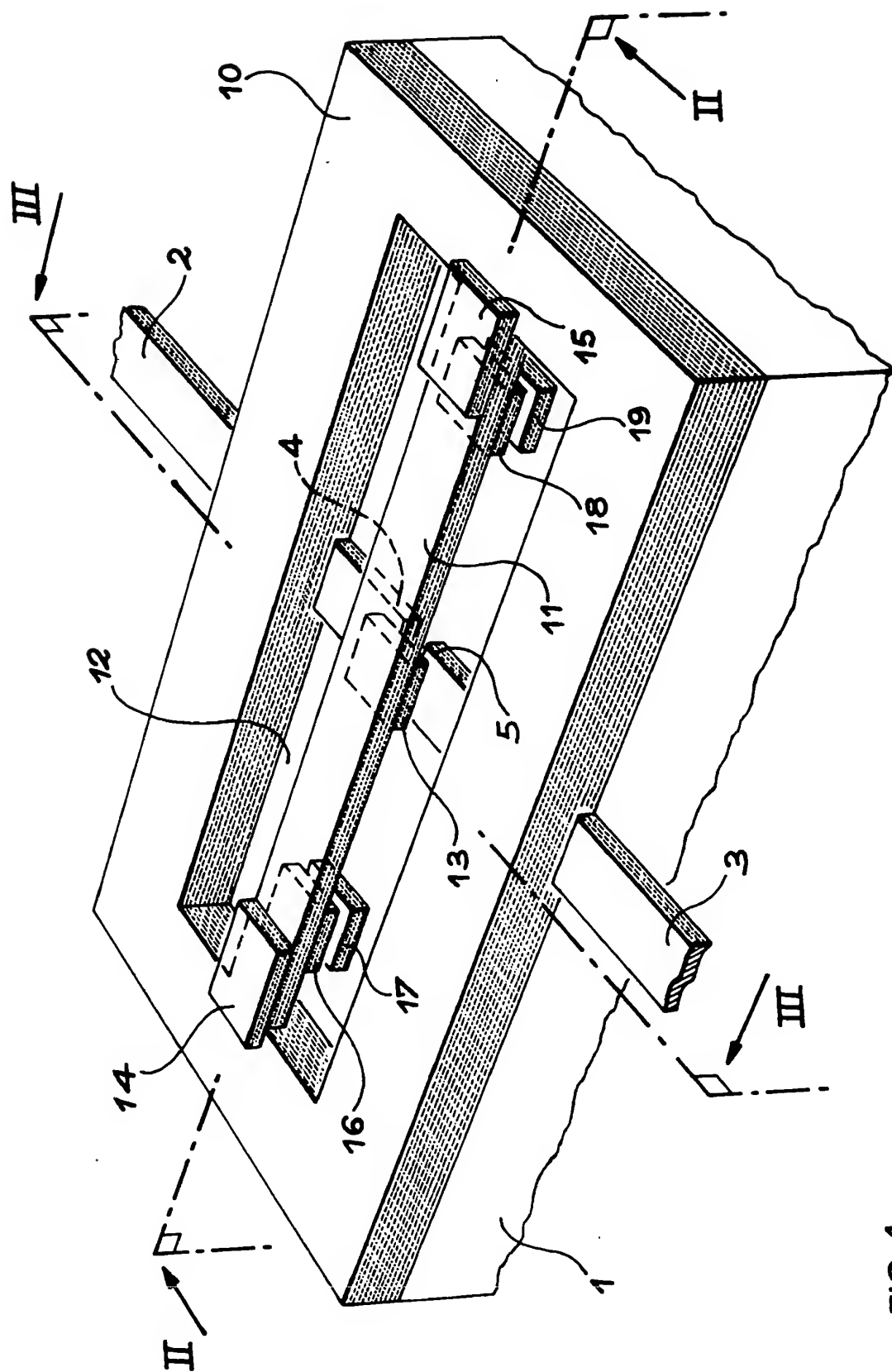


FIG. 1

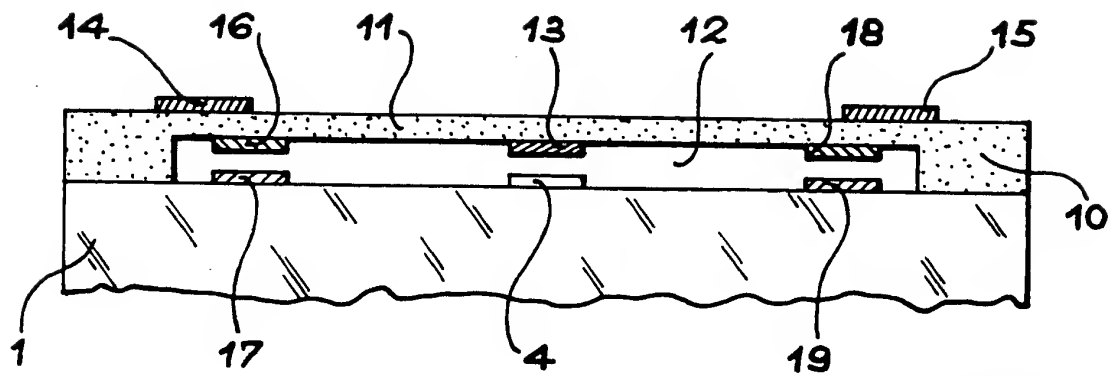


FIG. 2

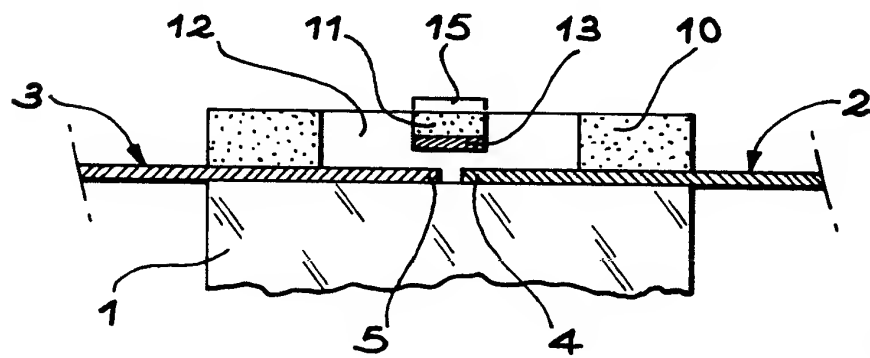


FIG. 3

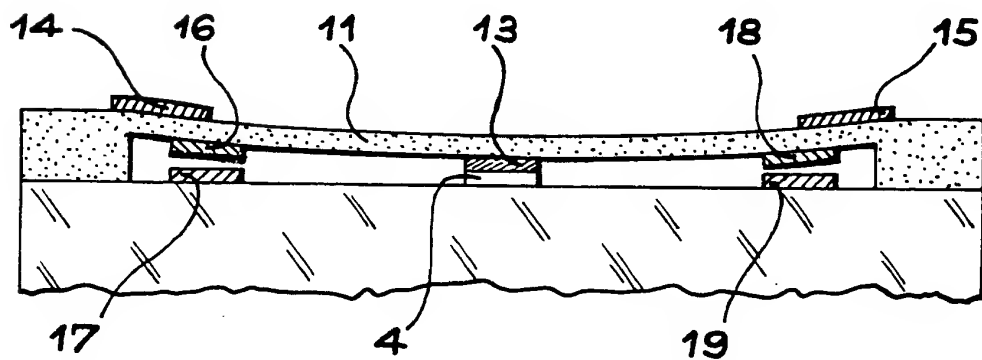


FIG. 4



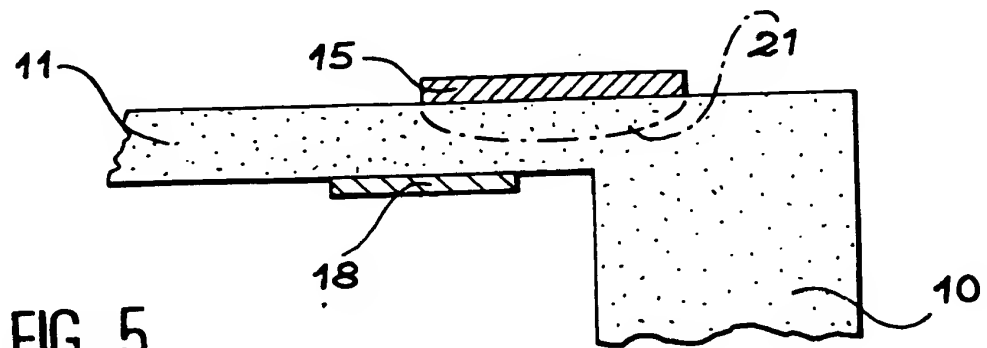


FIG. 5

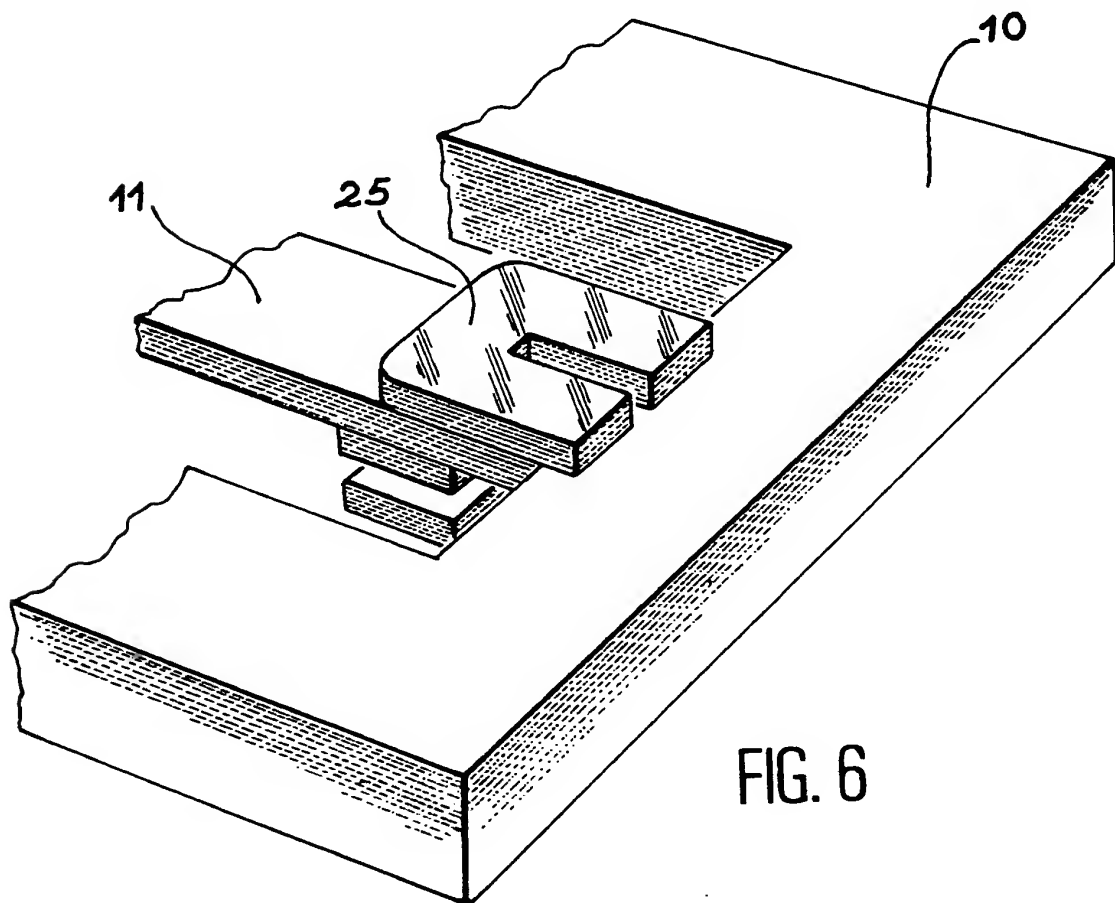


FIG. 6



**22850**

(703) 413-3000

DOCKET NO.: 217216US2

INVENTOR:  
Pierre-Louis CHARVET, et al.